

# 「RYUBOKU HUT」

## —沖島に漂着した流木を構造体とした建築—

芦澤 竜一

環境建築デザイン学科



図1 2019年11月に完成した実験体

### 1. 沖島の敷地環境について

びわ湖に浮かぶ日本唯一の淡水湖で人が暮らす沖島。面積 1.53km<sup>2</sup>のびわ湖最大の島で、人口 250 人程の漁師町である。以前は人口最大 800 人以上の時もあり、びわ湖の漁業を中心に栄えた島である。沖島の大部分は、山地が湖岸に迫る地形で、湖から直接上陸することができない地域が広がる。西南部の 0.1km<sup>2</sup>に満たない狭小な平地に人家が軒を接して密集している。生業は漁業を主とし、自給用の農業、古くは石材業が盛んであった。島には車も走らず、徒歩か三輪車が日々の移動手段である。そこで島人と地域住民と昨今徐々に増加している観光客が交流できる休憩所の設計を依頼された。離島という立地条件から、島内から島外へゴミを排出することも負担のかかる環境



図2 滋賀県近江八幡市沖島町

であるといった背景を踏まえ、極力島にある素材を利用し、島の技術を応用することで成立する地域循環型の建築のあり方を模索した。

### 2. 流木の建築利用



図3 流木拾い



図4 湖岸に漂着する流木

気候変動の影響下大雨、台風、土砂災害等によって森林の樹木が倒れ、流木の発生が近年各地で増加傾向にある。びわ湖に浮かぶ沖島町にも湖に流れこむ河川より大量の流木が漂着し、それらの処理対応の問題を抱えていた。木材は建築の主要構造材であるが、木が倒れて流れついた流木はこれまで、建築資材等として活用されることはなく、その多くが廃棄物として処分されている。また、処理施設までの輸送費用や処理工程の費用など多くの労力がかかる。この流木を建築の構造材として活用し、循環的利用環境を構築することができれば、自然災害等によって発生した世界の河川・湖際、海岸際の流木処理課題を解決する一つの方策となるのではないだろうか。

### 3. 沖島の技術と素材の活用

休憩所の設計にあたって、沖島でのフィールドワーク、島民の方々へのヒアリングを行い、沖島に存在する素材や技術を見つけ出していく作業を行なった。島民の生業である漁業の漁具、農業に使われる農具、その他の生活道具、廃棄された建材、沖島の地形を形成している石英斑岩、竹等の自然素材、湖岸に漂着した流木等様々な素材がフィールドワークを通して見出された。また島の技術では、漁師のロープワークである「ハコ結び」という技術が確認できた。この技術は頑固な結束法であり、現在もその技術が漁師によって継承されている。その他にも、漁業で捨てられる貝殻を焼いた貝灰を肥料にしていることを見出した。これらの島の技術と素材を用いて沖島固有の建築をつくる手がかりを探っていった。

### 4. 模型と原寸モックアップによって繰り返したスタディ



図5 ハコ結び技術

図6 漁網

図7 漁師技術



図8 石英斑岩

図9 漁縄

図10 貝殻

RYUBOKU HUTの最終型に至るまでに、模型と原寸モックアップによるスタディを繰り返した。模型によって様々なスタディを行なっていき、流木現物を用いて確認を行った。流木は一本一本が異なる形状で不定形である。素材の特徴が読めず難しい為、原寸モックアップや構造実験を同時に行いながら検討を重ねていった。流木を素材として建築をつくり上げるために手探りで検証を進めた。

### 5. 不定形な流木による頑強な構造

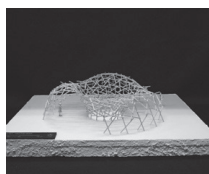


図11 構造模型による検討

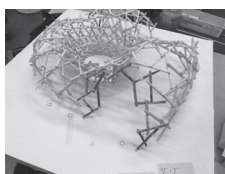


図12 開口部検討

流木は、材種・形状共にばらつきがある。ばらつきのある流木を適材適所に利用しながら、短い部材の組み合わせで大きな曲面を構成できるレシプロカル構造によって、人々が集う空間をつくろうとした。レシプロカル構造とは一つの接点に部材の力が集中することを避け、複数の部材同士が互いに他の部材を支持し合う構造形式である。部材の組み合わせで大きな曲面を構成できる特徴を持つ。

同じ形状・長さのものを、一定の接点距離で組み合わせることで一定の曲率を維持することができ、接点距離やより太いものを組み合わせることで曲率を大きくすることができる。流木の不定形材を利用することによって、様々な曲率の形状を形成できると考えられる。また流木を建築の構造として利用するにあたって、島の湖岸で回収した流木を形状によってタイプ分けし、形態の検討と同時に構造の検討を進めた。各流木の材料強度試験を行い、それぞれの流木材料の性質を見極め、構造検討を行っていった。流木はそれぞれが異なる形状をもつ素材であり、実際に建築を作り上げるために現地でモックアップ制作を行いながら、実現の可能性を探った。設計した内容では、部材接続部など施工上難しい箇所が所々あった。最終的には現場でそれぞれが個性を持つ素材と向き合い、臨機応変にアレンジして、流木の構造体をつくりあげた。



図13 流木レシプロカル検討



図14 モックアップ作成

### 6. 流木の材料特性



図15 流木曲げ試験の様子

曲げ試験を行い、曲げ強度を明らかにしていった。また形状・性能にばらつきのある流木材について、データ化した流木の材料特性を用いて、曲



げ強度について定義を行い、流木を構造材として用いる方法を明らかにした。

試験体は全長 1500 ~ 1700mm の流木を用い

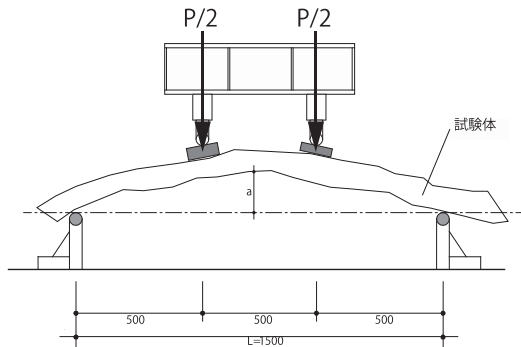


図 16 曲げ試験概要図

た。全て沖島湖岸で採取したもので、形状によって分類した（形状はI型、U型、S型、がある。）試験に先立って試験体の寸法の計測を行い、断面2次モーメントを算出した。図 15 の要領で試験体を設置し、2点支持・2点载荷による曲げ試験を行った。試験は、試験体が破損し、载荷能力が著しく低下するまで行った。試験体は湾曲しているため、図 16 中「a」寸法が最大になる向きに設置し、試験体が载荷時に回転しないよう治具で支える。変位は計測器で計測した。

## 7. 台風を想定した風荷重試験



図 17 流木の曲げ試験



図 18 風荷重試験

過去日本における観測史上最大の台風を想定し、上棟後躯体の数か所において 300kg/m<sup>2</sup> の水平荷重を1時間かけ続けたところ、建築物に大きな崩壊や変形は見られず、頑強な構造体を実現した。

## 8. かたちのスタディ

形状や性能にばらつきのある流木の形状をカットするなど整えることなく、流木をそのままのかたちで用いて、最適となる建築形態を探った。まず回収した流木を形状より、大きく3種に分類した後材種、径によって分類を図った。それらのデータを基に図面、模型による検討を試みた。その後流木1本1本の3Dスキャンを行い、流木の端点から100mmずつの断面の中心点を繋ぎ、流木

を1本の線に近似する。この単線データを元に流木の形状のタイプ化を行い、形態の分析と類型化を行った。その後形状の異なる各流木の組み方、形態の生成方法を更にコンテュショナルなアプローチで検討していった。このコンピューティングアプローチは試行錯誤を繰り返しながら今尚継続して検討を続けている。最終的に、中心部に円形の自然空間を残そうと考え、そこから外側に放射状に弧を描く形態とし、材長は外側にいく程長いものとした。3つの大きさの異なるドームが連続する最適な形態を探っていた。

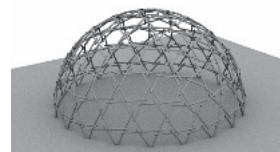


写真 19-1 単純ドーム作成

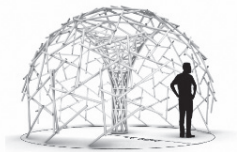


写真 19-2 中心から放射状に展開したドーム

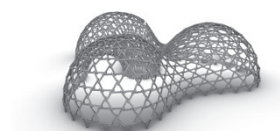


写真 19-3 同材を用いて中心から3つのドームを展開

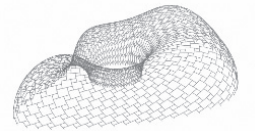


写真 19-4 3つのドームを連結することで施工のしやすさの検討

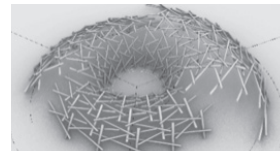


写真 19-5 パラメーターを取り入れた空間検討



写真 19-6 湾曲材を用いて開口部検討

## 9. アクセシビリティの高い休憩所

休憩所は、港近くに位置し、島民の生活動線となる広場にある。この広場に、3方向からアクセ

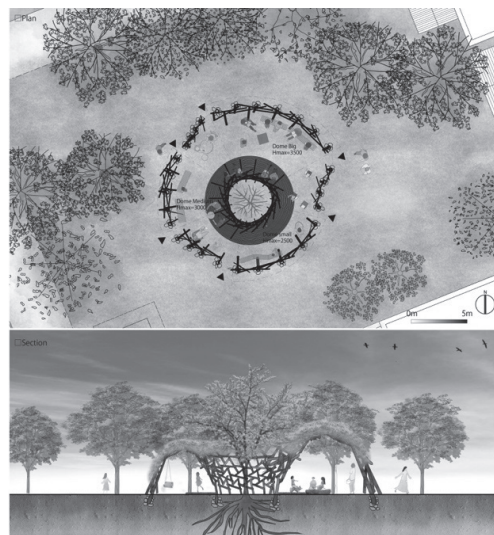


写真 20 平面図・断面図



スできる休憩所をつくろうとした。中心部にシンボルツリーである桜を植え、放射状に延びるドーム空間を計画した。ドーム空間は大・中・小の3つの大きさが異なるドームが連続して形成されるドーナツ状のかたちをもつ。6つの開口を持ち島人が通り抜け、気軽に集える場をつくろうとした。

## 10. 学生と島民によるワークショップ

2018年度より総勢74名によるワークショップを行い、断続的に3度の工期に分け、学生達は島に泊まり込んで流木の収集、モックアップ制作、建設作業を行なっていった。漁師を始めとする島民に多大な支援を頂きながら、敷地を整備し、約1年の月日を経て一旦完成し、2019年11月に無事共用開始を迎えることができた。

### 実験体「RYUBOKU HUT」の施工手順



写真21 流木整理



写真22 流木レシプロカル作成



写真23 掘立基礎作成



写真24 ユニット連結



写真25 ドーム頂部連結



写真26 ドーム着地



写真27 中央部連結



写真28 中央部連結



写真29 漁網屋根検討



写真30 掘立基礎部作成



写真31 開口部作成



写真32 屋根部作成



写真33 開口部作成



写真34 屋根部着地



写真35 上空からみた実験隊



写真35 上空からみた実験隊



写真37 実験体内観をみる





写真 38 実験体外観を望む

## 11. 縄文建築をつくる

この流木ハットは掘立柱による竪穴式の住宅である。製材を用いて図面を順守してつくるのではなく、シミュレーションなどの検討から得た設計図書は一応はあるが、現場で流木素材と向き合い、人間の野生の感覚を頼りに変更を加えながら作りあげていった。合理に支配された形象性の高い弥生的建築ではなく、目の前の素材と向き合いながら作りあげていく縄文的建築といえよう。

## 12. 今後の課題

流木を結束した箱結びは漁師の技術から転用したが、特殊な技術は不要で、誰もが建設に参加することを可能とした。元々民家は、「結」などによって地域住民が建設に参加して作りあげられ、建築が、コミュニティの結束を深める役割を担った。また茅葺の茅は、朽ちれば田畑の肥料にするなど建築素材の多くは循環的な利用がなされてきた。これらの建築がもつ役割は近代以降ほぼ失われている。流木ハットはそのような建築本来が持つ力を探ろうとしている。今後島に生える葺や笹を用いて一部の屋根を葺く予定である。流木の構造体の一部壊れる部分も発生するだろうが、やり替えながら最適な構造体にしていく予定だ。また流木による家具やサインなどを現在計画中である。進化する未完の建築として島人や来訪者に愛されてもらうことを願っている。



写真 39 ヨシ葺き屋根・家具検討



写真 40 屋根葺き材に用いるヨシ狩り

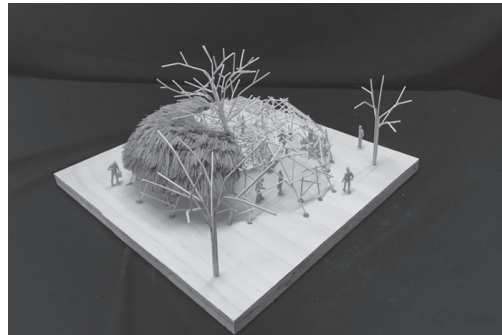


写真 41 模型作成によるヨシ屋根検討

## 謝辞

本計画の成果は、2019 年度教育研修高度化促進費（区分：提案課題研究Ⅱ A）及び、沖島離島振興推進協議会からの助成を受けている。また、実験体「RYUBOKU HUT」の実現にあたり、沖島町漁業組合、沖島離島振興推進協議会を始めとする沖島の方々、陶器浩一氏、高橋俊也氏、東福大輔氏やワークショップに参加して下さった学生等、多くの方から意見・協力を得た。ここに記し謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 芦澤竜一+陶器浩一+滋賀県立大学（芦澤竜一+学生有志）：RYUBOKU HUT / 流木を構造とした縄文建築 ランドスケープマガジン 第 131 号 pp.34-43
- 2) 芦澤竜一・倉増音・幸永幹真（2019）：流木ハット — 離島にある素材と技術からつくる建築 —, 日本建築学会建築デザイン発表梗概集資料 pp.1-2